

Antécédent savane ou antécédent forêt : influence des isolats du pathogène sur le comportement des lignées de palmier à huile vis-à-vis de la fusariose

H. DE FRANQUEVILLE (1)

Résumé. — En Côte-d'Ivoire, l'expression de la fusariose varie suivant l'antécédent (savane ou forêt) sur lequel ont été installées les palmeraies des années 1960. Les anciennes zones de savane sont marquées par la prédominance des symptômes chroniques apparus précocement, alors que les anciennes zones de forêt abritent des cas de fusariose aiguë, apparus après plus de 15 ans de plantation, entraînant rapidement la mort après l'apparition des premiers symptômes. Une comparaison entre des isolats de *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (FOE) inoculés sur des croisements couvrant une large gamme de tolérance ne met pas en évidence d'interaction significative entre les croisements et les souches du pathogène, quels que soient les symptômes et le site de plantation des arbres à partir desquels ces isolats ont été obtenus. Ces résultats confirment que la sélection opérée à un stade précoce demeure valable quel que soit, en Côte-d'Ivoire, l'antécédent du site à replanter.

Mots-clés : Palmier à huile, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, fusariose, caractérisation des isolats, interaction isolats × cultivars.

INTRODUCTION

À l'âge adulte, la fusariose se manifeste par deux types de symptômes :

— les symptômes chroniques qui freinent considérablement le développement du palmier mais n'entraînent le plus souvent sa mort qu'à très long terme. Il n'est pas rare en effet d'observer en palmeraie âgée des arbres dont l'apparition des symptômes remonte à une quinzaine d'années, voire davantage,

— les symptômes aigus qui se déclarent subitement et entraînent la mort de l'arbre en quelques mois, voire quelques semaines. La croissance des palmiers atteints n'a pas ou peu été affectée avant l'expression des symptômes et la disparition des individus.

En Côte-d'Ivoire, au contraire des palmeraies installées sur savane (région de Dabou) dans lesquelles la fusariose provoque depuis plusieurs dizaines d'années des dégâts considérables, les palmeraies installées sur antécédent forestier ont longtemps été considérées comme peu touchées par la maladie. C'est en 1983-1984 que s'y sont pourtant déclarés d'importants foyers caractérisés par la forme aiguë de la maladie, alors que dans les zones de savane, la forme chronique de la fusariose est largement prépondérante. On peut ainsi citer l'exemple d'une plantation (Yocoboué, Palmindustrie) sur laquelle deux années de culture, 1966 et 1967, sont représentées. La première a été plantée sur savane et très vite la forme chronique s'y est déclarée, pour atteindre sur certaines parcelles 50 % des palmiers. La seconde année de culture a été plantée au centre de la concession sur un îlot forestier : la fusariose, sous sa forme aiguë, n'y est apparue qu'en 1984.

La sélection pour la résistance à la fusariose est basée sur l'inoculation de l'agent pathogène, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (Renard, 1972) et on peut se demander si cette sélection opérée avec des souches isolées de palmiers plantés sur savane conserve sa validité avec des souches isolées de palmiers plantés sur forêt. Le propos de la présente note est d'apporter des éléments de réponse à cette question.

MATERIEL ET METHODES

Matériel végétal soumis à l'inoculation

Sept reproductions d'hybrides, couvrant une large gamme de tolérance et chacune représentée par plusieurs croisements, ont été soumises à l'inoculation de trois isolats de *F. oxysporum* :

Hybride reproduit	Code	Nombre de croisements
D115DxL2T	C1001	10
(D5DxD3D) × L2T	C2501	10
(D115DxL269D) × L2T	C2301	10
(D10DxD3D) × L2T	C2101	9
D5D × L2T	C1901	10
L404D × L2T	C1501	3
D10D × L2T	C1401	9

En outre, cinq croisements témoins habituellement représentés dans les tests d'inoculation ont été inclus. Il s'agit de :

— L2T × D10D	— moyennement tolérant
— L603D × L312P	— tolérant
— L1245D × P1110P	— tolérant
— L564D × L498P	— tolérant
— L645D × P1046P	— sensible.

Souches du pathogène

Trois isolats de *F. oxysporum* ont été inoculés. Ils proviennent de palmiers atteints de fusariose aiguë, en ancienne zone de forêt (souches YOF et LMF) et d'un palmier atteint de fusariose chronique, en ancienne zone de savane (souche YOS), mais originaire de la même plantation que YOF (Yocoboué).

Après un repiquage consécutif à l'isolement, chacune des trois souches a été cultivée sous forme monospore.

Dispositif

Un dispositif en split-plot a été adopté, avec deux facteurs étudiés : lignées et souches de *F. oxysporum*. Quatre blocs ont été mis en place, comprenant chacun 20 plants inoculés par lignée et par souche.

(1) Station expérimentale Robert Michaux B.P. 8 - Dabou - Côte-d'Ivoire

Inoculation

L'inoculation a été réalisée sur des plants de développement végétatif de l'ordre de 3-4 feuilles. Le nombre de propagules apportées à chaque plantule a été estimé par souche :

- YOS $2,9 \times 10^6$ propagules par plant
- YOF $1,2 \times 10^6$ propagules par plant
- LMF $1,6 \times 10^6$ propagules par plant.

Placée dans les conditions de cultures qui sont les conditions standard de préparation de l'inoculum équivalentes à celles des autres isolats, la souche YOS a présenté la meilleure sporulation.

Sept mois après l'inoculation, les plants ont été arrachés et fendus longitudinalement afin qu'y soit notée l'éventuelle présence de symptômes internes de fusariose, marqués par un brunissement des fibres vasculaires. Trois classes de symptômes ont été relevées : fusariés (F), avec symptômes externes sans réduction de croissance autre que celle des deux ou trois plus jeunes feuilles, fusariés (Fr) avec rabougrissement du plant et arrêt précoce de la croissance, fusariés latents (f) n'exprimant pas de symptômes avant le dépouillement mais dont la dissection a mis en évidence les symptômes internes de la maladie.

Analyse statistique

Elle a été conduite après transformation angulaire des pourcentages parcellaires. Une analyse a également été réalisée en regroupant les résultats de chaque catégorie d'hybride, à l'exception de C1501 dont l'effectif ne peut être comparé à celui des autres catégories.

L'indice attribué à un croisement est basé sur son pourcentage de fusariose après inoculation d'une souche donnée ramené au pourcentage moyen de fusariose provoqué par la même souche sur l'ensemble de l'essai (Indice 100). Plus cet indice est faible, plus le croisement est tolérant à la souche inoculée.

RESULTATS

Incidence de la fusariose sur l'ensemble de l'essai

Le tableau I reprend le nombre et le pourcentage de plants fusariés que l'inoculation de chacune des souches a entraîné.

Comportement des croisements témoins

Les croisements témoins, dont le comportement en préépinière est connu, ont subi les pertes suivantes, exprimées en pourcentage (Tabl. II).

TABEAU II. — Comportement des croisements témoins
— (*Performance of control crosses*)

Crois (<i>Cross</i>)	Souche (<i>Strain</i>)	F (%)	f (%)	Ft (%)	Indice (<i>Index</i>)
L2TxD10D	LMF	13,8	5,0	18,8	101
	YOS	12,5	2,5	15,0	89
	YOF	13,8	3,7	17,5	119
L603DxL312P	LMF	2,5	6,3	8,8	47
	YOS	2,5	3,8	6,3	37
	YOF	3,8	3,8	7,6	52
L1245DxP1110P	LMF	8,8	2,5	11,3	60
	YOS	6,3	5,0	11,3	67
	YOF	5,0	5,0	10,0	68
L564DxL498P	LMF	8,8	1,2	10,0	53
	YOS	10,0	2,5	12,5	74
	YOF	5,0	5,0	10,0	68
L645DxP1046P	LMF	36,6	11,7	48,3	258
	YOS	41,3	5,0	46,3	274
	YOF	36,3	3,7	40,0	272

Ils ont été bien caractérisés par chacune des souches : la sensibilité de L645D \times P1046P s'est exprimée, de même que la tolérance des autres croisements. Le niveau intermédiaire de L2T \times D10D apparaît également. Le taux de fusariose latente par rapport à l'ensemble des symptômes, exprimés ou non, varie selon les croisements. Il est le plus faible avec le croisement sensible L645D \times P1046P, ce qui témoigne d'une rapide expression des symptômes.

Comportement du matériel végétal en fonction des isolats

Le tableau III caractérise les différentes reproductions par la moyenne des indices des croisements qui les représentent ainsi que par la distribution de ceux-ci par rapport à l'indice 100. Le tableau IVa résume l'analyse de variance réalisée sur les pourcentages parcellaires (Ft), après transformation angulaire, de chacune des lignées et le tableau IVb résume l'analyse réalisée sur les catégories après regroupement des résultats obtenus par les lignées individualisées. Cette analyse met en évidence des différences très hautement significatives entre les lignées (probabilité de $F < 0,1\%$), entre les souches (probabilité de $F < 0,1\%$) mais aucune

TABEAU I. — Incidence de la fusariose en fonction des souches inoculées —
(*Vascular Wilt incidence depending on strains inoculated*)

Souche (<i>Strain</i>)	Plants inoculés (<i>Plants inoculated</i>)	Fusariés (F + Fr) (<i>Vasc. Wilt infected (F + Fs)</i>)	Fusariés latents (f) (<i>Latent Vasc. Wilt infection (f)</i>)	Total (Ft) (<i>Total (Ft)</i>)	%
LMF	4 860	575	335	910	18,7
YOS	4 880	497	329	826	16,9
YOF	4 880	465	252	717	14,7
Total	14 620	1 537	916	2 453	16,8

TABLEAU III. — Comportement des catégories —
(*Performance of categories*)

Matériel végétal (<i>Planting material</i>)	Nbre croissem (<i>Number of crosses</i>)	Im LMF	Im YOS	Im YOF
C1001	10	83 (6-4)	82 (7-3)	80 (6-4)
C2501	10	114 (5-5)	112 (3-7)	111 (3-7)
C2301	10	94 (6-4)	92 (5-5)	90 (6-4)
C2101	9	126 (1-8)	125 (1-8)	134 (1-8)
C1901	10	113 (3-7)	116 (3-7)	104 (5-5)
C1501	3	68 (2-1)	91 (2-1)	90 (1-2)
C1401	9	80 (6-3)	74 (7-2)	81 (7-2)
L2TxD10D	—	101	89	119
L603DxL312P	—	47	37	52
L1245DxP1110P	—	60	67	68
L564DxL498P	—	53	74	67
L645DxP1046P	—	258	274	272

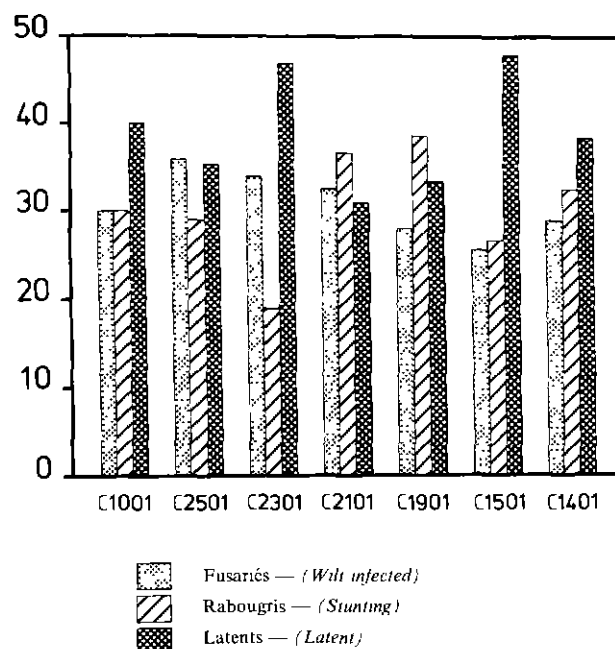
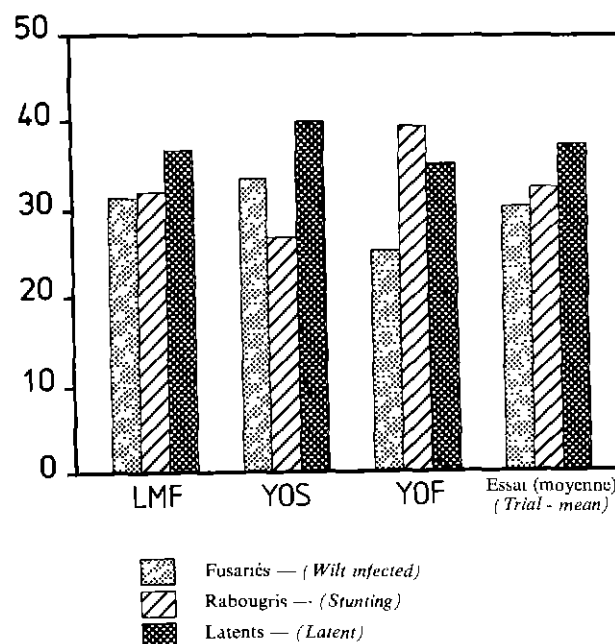
interaction significative entre les souches du pathogène et les lignées de palmier à huile (probabilité de $F = 47,3 \%$).

Au niveau des catégories, l'analyse de variance réalisée après transformation angulaire (Tabl. IVb) met également en évidence des différences très hautement significatives entre les catégories (probabilité de $F = 0,04 \%$), entre les souches (probabilité de $F = 0,07 \%$), mais aucune interaction significative entre les souches et les catégories (probabilité de $F = 99,0 \%$). La souche YOF se distingue des deux autres et les catégories composent trois groupes homogènes. C1001 et C1401 étant, dans le cadre de cet essai, significativement plus tolérantes que C1901, C2501 et C2101. C2301 est ici statistiquement équivalente à C1001, C1401, C1901 et C1501 mais significativement plus tolérante que C2101.

Expression des symptômes

Des résultats qui précèdent, il ressort que les isolats du pathogène varient par leur agressivité et la capacité qu'ils ont à induire les symptômes, externes ou internes, de la fusariose. Toutes manifestations de la maladie confondues (rabougrissements, fibres brunes), LMF est l'isolat le plus agressif, suivi de YOS et de YOF. La distribution des 3 classes de symptômes, précédemment désignées par F, Fr et f, a été étudiée en fonction des isolats et du matériel végétal. Le tableau V récapitule les proportions relatives de chacune des trois manifestations de la maladie, le total des 3 atteignant 100 et correspondant à la fusariose totale (Ft) quelles qu'en soient ses manifestations. La figure 1 en résume la distribution en fonction des catégories d'hybrides et la figure 2 en fonction des souches.

Chacun des trois isolats provoque à peu près autant de symptômes non exprimés (f), dont la proportion varie entre 35,3 et 39,9 %. La souche YOS, d'agressivité intermédiaire, est celle qui provoque proportionnellement, le moins de mortalité ou de rabougrissements prononcés (Fr) alors que c'est l'inverse pour la souche YOF, de moindre agressivité lorsque l'on considère l'ensemble des symptômes: l'isolat

Distribution des symptômes % — (*Distribution of symptoms - %*)FIG 1 — Expression de la fusariose en fonction des catégories — (*Vascular wilt expression depending on categories*)Distribution des symptômes % — (*Distribution of symptoms - %*)FIG 2 — Expression de la fusariose en fonction des souches — (*Vascular wilt expression depending on strains*)

YOS est celui qui induit, non pas la manifestation la moins importante de la maladie, mais l'apparition la moins brusque de celle-ci.

En ce qui concerne les différentes catégories de matériel végétal, la proportion de fusariose latente varie de 31,0 % (C2101) à 48,0 % (C1501, sur 3 croisements), et la proportion de plants ayant rapidement exprimé la maladie (FR) de 19,0 % (C2301) à 38,7 % (C1901).

TABLEAU IV. — Analyses de variance — (*Analysis of variance*)

Tableau IVa par lignées						Tableau IVb par catégories					
Analyse de variance						Analyse de variance					
Source de variation	S C E. (SSD)	DDL (DF)	Carrés moyens (Mean squares)	Test F	Proba	Source de variation	S C E.	DDL	Carrés moyens	Test F	Proba
Total général	73 264,41	778	94,17			Total général	1 219,95	71	17,15		
Total 1	39 241,50	259	151,51			Total 1	819,85	23	35,61		
Lignées (Families)	22 638,91	64	383,73	5,83	0,0000	Lignées	387,48	5	77,50	9,12	0,0004
Blocs	3 109,49	3	1 036,50	14,75	0,0000	Blocs	304,12	3	181,87	11,93	0,0003
Résiduelle 1	13 493,09	192	70,28			Résiduelle 1	127,45	15	3,50		
Souches (Strains)	1 605,37		802,68	12,82	0,0000	Souches	130,15	2	65,08	9,04	0,0007
Lignées × souches (Families × strains)	8 063,75	122	63,08	1,01	0,4731	Lignées × souches	11,51	10	1,15	0,16	0,9900
Résiduelle 2	24 353,80	389	62,61			Résiduelle 2	259,24	36	7,20		
Test de Newman-Keuls — Seuil = 5 % Threshold						Test de Newman-Keuls — Seuil = 5 %					
Facteur 2 : Souches de FOE (FOE strains)						Facteur 1 : Catégories					
Nombre de moyennes (Number of means)	2	3				Nombre de moyennes	2	3	4	5	6
Valeurs des PPAS (LSD values)	1,37	1,65				Valeurs des PPAS	2,54	3,09	3,43	3,67	3,87
F2	Libellés (Designation)	Moyennes (Mean)	Groupes homogènes (Homogeneous groups)			F1	Libellés	Moyennes	Groupes homogènes		
1	LMF	24,44	A			4	C21	27,50	A		
2	YOS	22,86	B			2	C25	25,62	A B		
3	YOF	20,93	C			5	C19	25,44	A B		
						3	C23	22,85	B C		
						1	C18	21,56	C		
						6	C14	21,16	C		
						Facteur 2 : Souches de FOE					
						Nombre de moyennes	2	3			
						Valeurs des PPAS	1,57	1,89			
						F2	Libellés	Moyennes	Groupes homogènes		
						1	LMF	25,64	A		
						2	YOS	24,07	A		
						3	YOF	22,35			

DISCUSSION et CONCLUSION

Nous n'avons noté dans cet essai que les manifestations pouvant être reliées directement à l'action du parasite, à savoir la présence de fibres brunes accompagnées ou non de symptômes exprimés, et le critère retenu dans l'analyse de l'influence des différents isolats sur les lignées de palmier se résume pour un plant à « fusarié ou non ». On aurait pu envisager de procéder à des mesures de croissance qui auraient permis de mieux cerner l'interaction « souche ×

croisement ». Des travaux récents ont en effet montré qu'il n'y avait pas d'interactions différentielles significatives entre le couple Tomate/*Verticillium dahliae* dans la maladie du flétrissement vasculaire si l'on ne tenait compte que de l'expression de celle-ci (Beye et Lafay, 1988) : il en existe en revanche si l'on considère l'action du pathogène sur certains paramètres végétatifs. Une telle approche pourrait être suivie dans le cadre d'un essai composé d'une gamme de matériel végétal plus restreinte (près de 15 000 plants en essai dans le cadre de ces travaux), comparant le développement de plants inoculés à celui de plants non inoculés.

TABLEAU V. — Distribution des symptômes
— (*Distribution of symptoms*)

	LMF			YOS			YOF			Total		
	F	Fp	f	F	Fp	f	F	Fp	f	F	Fp	f
C 1001	25,8	29,8	44,4	38,7	27,9	33,4	25,3	32,6	42,1	30,0	30,0	40,0
C 2501	35,9	27,6	36,5	38,2	20,4	41,4	33,3	40,2	26,5	35,9	28,9	35,2
C 2301	32,9	24,3	42,8	37,1	13,7	49,2	31,7	18,3	50,0	34,0	19,0	47,0
C 2101	32,9	32,9	34,2	32,7	37,3	30,0	31,9	39,6	28,5	32,6	36,4	31,0
C 1901	29,6	42,0	26,4	27,8	32,3	39,9	26,0	42,3	31,8	28,0	38,7	33,3
C 1501	31,0	24,1	44,9	29,7	16,2	54,1	15,6	40,6	43,8	25,5	26,5	48,0
C 1401	28,7	35,2	36,1	27,5	29,7	42,8	31,0	32,2	36,8	29,0	32,5	38,5
Total	31,3	31,9	36,8	33,5	26,6	39,9	25,1	39,6	35,3	30,2	32,4	37,4

Dans les conditions de réalisation et de lecture de l'essai, qui sont celles des tests d'inoculation à partir desquels l'on opère une sélection de matériel tolérant à la fusariose, on ne note pas d'interaction significative entre les souches du pathogène et les lignées de l'hôte. Le classement de celles-ci n'est donc pas soumis de manière significative à l'origine de l'isolat. Cela avait été constaté à plusieurs reprises au cours des différents tests de souches réalisés antérieurement.

Cependant, il y avait à notre connaissance encore peu de données comparant différents isolats retenus pour les symptômes qu'ils avaient provoqués en palmeraies adultes, et en fonction du site d'installation de ces palmeraies : il n'apparaît pas possible de distinguer par la gamme de sensibilité de l'hôte, un isolat ayant induit des symptômes de fusariose chronique (YOS) sur antécédent savane d'un isolat (YOF ou LMF) entraînant le palmier vers l'expression de symptômes aigus sur antécédent forestier, les deux types de manifestation de la maladie étant pourtant fort différentes l'une de l'autre et dans le temps et dans leur intensité.

Le degré d'agressivité varie entre les souches mais non le degré de virulence, dans la mesure où une même gamme d'hôte réagit de la même façon quel que soit l'isolat. Il ne peut cependant pas être relié à la nature des symptômes observés en champ puisque YOS s'intercale entre YOF et LMF, tous symptômes confondus en préépinière. Peut-être YOS se distingue-t-il néanmoins en ce sens que c'est l'isolat qui, proportionnellement, a entraîné le moins de rabougrissements et de mortalité précoce.

Ces observations tendent à confirmer la prépondérance des facteurs du milieu dans l'expression de la fusariose. A quelques kilomètres de distance, cohabitent sur la même plantation des arbres, issus d'un matériel végétal comparable, dont la sensibilité ne s'est marquée ni au même moment ni avec la même intensité. On peut penser à une évolution différente de la microflore selon le type d'antécédent : plus riche sur antécédent forestier, la microflore serait en partie composée d'antagonistes du *FOE* dont les populations se seraient progressivement réduites, défavorisées par la culture du palmier à huile et des conditions climatiques adverses. Il est probable, en effet, que les fortes périodes de déficit hydrique qui ont marqué les années 1980 à 1984 (632 mm de déficit en moyenne, contre 270 mm entre 1967 et 1979) aient joué un rôle dans le développement de la fusariose sur antécédent forestier à partir de 1984. On peut également penser à des phénomènes d'ordre nutritionnel et à des déficiences en tel ou tel élément dans l'une ou l'autre des situations. Ce point, en liaison avec la fusariose, mérite d'être exploré.

En tout état de cause, la sélection de matériel végétal tolérant à la maladie n'est pas remise en question, en Côte-d'Ivoire, ni par la nature des sites à replanter ni par le type de symptômes qui y prédomine. Il était important de le confirmer à un moment où la plupart des palmeraies installées sur forêt vont être renouvelées et au sein desquelles se sont développés ces dernières années d'importants foyers de fusariose.

BIBLIOGRAPHIE

[1] BEYE I. et LAFAY J. F. (1988). — Verticilliose de la tomate : analyse des interactions entre l'agressivité de l'agent pathogène et la résistance générale de l'hôte. *Agronomie*, 8, (4) : 351-361.

[2] RENARD J. L., GASCON J. P. et BACHY A. (1972). — Recherches sur la fusariose du palmier à huile. *Oléagineux*, 27, (12), 581-591.

SUMMARY

Former savannah or former forest : effect of pathogen isolates on the performance of oil palm families with respect to *Fusarium* wiltH. de FRANQUEVILLE, *Oléagineux*, 1991, 46, N° 5, p 179-186.

In Côte-d'Ivoire, Vascular Wilt expression varies according to the previous plant cover (savannah or forest) on the land where oil palm plantations were set up in the 1960s : former savannah zones are marked by the prevalence of chronic symptoms which appeared early on, whereas the former forest zones harbour cases of acute Vascular Wilt, which occurred after 15 years of planting, rapidly killing the oil palms after appearance of the first symptoms. Comparison of *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (FOE) isolates inoculated into crosses spanning a wide range of tolerances, does not reveal any significant interaction between the crosses and the pathogen strains, whatever the symptoms and the planting site of trees from which these strains were isolated. These findings confirm that early selection remains valid, whatever the former plant cover of the site to be replanted in Côte-d'Ivoire

RESUMEN

Antecedente sabana o antecedente selva influencia de las cepas del patógeno sobre el comportamiento de las familias de palma aceitera frente a la fusariosisH de FRANQUEVILLE, *Oléagineux*, 1991, 46, N° 5, p 179-186.

En Côte-d'Ivoire, las manifestaciones de la fusariosis varían según el antecedente (sabana o selva) en el cual se instalaron las plantaciones en los años 1960 : en las antiguas zonas de sabana predominan los síntomas crónicos aparecidos de modo precoz, mientras que en las antiguas zonas de selva se presentan casos de fusariosis aguda, aparecidos más de 15 años después de la siembra, que ocasionan una muerte rápida después de la aparición de los primeros síntomas. Una comparación entre las cepas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (FOE) inoculadas en cruzamientos que abarcan una amplia serie de tolerancia no evidencia interacción significativa entre cruzamientos y cepas del patógeno, cualquiera que sean los síntomas y el lugar de siembra de las palmas de los árboles a partir de las cuales se obtuvieron dichas cepas.

Estos resultados confirman que una selección precoz sigue válida cualquiera que sea, en Côte-d'Ivoire, el antecedente de la plantación a renovar.

Former savannah or former forest : effect of pathogen isolates on the performance of oil palm families with respect to *Fusarium* wilt

H. DE FRANQUEVILLE (1)

Key words : Oil palm, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis*, Vascular Wilt, isolate characterisation, isolate × cultivars interaction.

INTRODUCTION

In adult oil palms, Vascular Wilt is revealed by two types of symptoms :

— chronic symptoms, which considerably slow down oil palm development, but usually only lead to tree death after a very long period. Indeed, it is not rare to see oil palms in an old plantation whose symptoms first appeared fifteen years or more beforehand,

— acute symptoms, which occur suddenly and lead to tree death within a few months, or even weeks. The growth of oil palms is little or not affected before symptom expression and death of the individuals.

In Côte-d'Ivoire, unlike the oil palm plantations set up on savannah (Dabou region), in which Vascular Wilt has been causing considerable damage for several decades now, the plantations set up on former forest land were long considered to be little affected by the disease. Nonetheless, substantial disease foci were detected there in 1983-84, characterized by the acute form of the disease, whereas in the former savannah areas, the chronic form of Vascular Wilt largely predominates. One such example is the Palmindustrie plantation at Yocoboué, where two planting years, 1966 and 1967, are represented. The first was planted on former savannah and the chronic form of the disease soon appeared, involving 50 % of the oil palms in some plots. The second planting was in the middle of the concession in an isolated former forest area and Vascular Wilt, in its acute form, only appeared in 1984.

Selection for Vascular Wilt resistance is based on inoculation of the pathogen, *Fusarium oxysporum* f. sp. *elaeidis* (Renard, 1972) and one might wonder whether such selection using strains isolated from oil palms planted on savannah remains valid when using strains isolated from oil palms planted on forest land. This paper sets out to provide answers to this question.

MATERIAL AND METHODS

Planting material subjected to inoculation

Seven hybrid reproductions spanning a wide range of tolerances, each represented by several crosses, were subjected to inoculation with three *F. oxysporum* isolates.

Hybrid reproduced	Code	Number of crosses
D115D × L2T	C1001	10
(D5DxD3D) × L2T	C2501	10
(D115DxL269D) × L2T	C2301	10
(D10DxD3D) × L2T	C2101	9
D5D × L2T	C1901	10
L404D × L2T	C1501	3
D10D × L2T	C1401	9

In addition, five control crosses usually represented in inoculation tests were also included. These were :

— L2T × D10D	— moderately tolerant
— L603D × L312P	— tolerant

(1) Robert Michaux Experimental Plantation B.P.8 - Dabou - Côte-d'Ivoire

- L1245D × P1110P — tolerant
- L564D × L498P — tolerant
- L645D × P1046P — susceptible.

Pathogen strains

Three *F. oxysporum* isolates were used for inoculation. They came from oil palms affected by acute Vascular Wilt in a former forest area (strains YOF and LMF) and from one oil palm affected by chronic Vascular Wilt in a former savannah zone (strain YOS), though originating from the same plantation as YOF (Yocoboué).

After one transfer following isolation, each of the three strains was cultured in monospore form.

Design

A split-plot design was adopted, studying two factors : *F. oxysporum* families and strains. Four blocks were set up, each containing 20 inoculated seedlings per family and per strain.

Inoculation

Inoculation was carried out on seedlings at the 3-4 leaf development stage. The number of propagules applied to each seedling was estimated per strain :

- YOF 2.9×10^6 propagules per seedling
- YOF 1.2×10^6 propagules per seedling
- LMF 1.6×10^6 propagules per seedling.

Placed under the standard culturing conditions for inoculum preparation, which are the same for all the isolates, strain YOS gives the best sporulation.

Seven months after inoculation, the seedlings were pulled up and split lengthwise, so as to check whether there were any internal Vascular Wilt symptoms, marked by browning of vascular fibres. Three categories of symptoms were recorded : Wilt infection (F) with external symptoms but no reduction in growth, apart from that of the youngest two or three leaves ; Wilt infection (Fs) with stunted seedlings and an early halt to growth ; latent Wilt infection (f), with no symptoms until the internal symptoms are revealed on dissection.

Statistical analysis

This was carried out after arc sine transformation of plot percentages. An analysis was also carried out by grouping together the results of each hybrid category, apart from C1501, whose numbers cannot be compared to those of the other categories.

The index attributed to a cross is based on its percentage of Wilt infection after inoculation of a given strain, expressed as the mean percentage of Vascular Wilt caused by the same strain for the trial as a whole (Index 100). The lower this index, the more tolerant the cross of the strain inoculated.

RESULTS

Vascular Wilt incidence throughout the trial

Table I indicates the number and percentage of Wilt infected plants caused by inoculation of each of the strains.

— Performance of control crosses

The control crosses, whose performance in the prenursery is known, suffered the following losses, expressed as a percentage (Table II).

The crosses were well characterized by each of the strains : the susceptibility of L645D × P1046P was expressed, as was the tolerance of the other crosses. The intermediate level of L2T × D10D is also revealed. The rate of latent Vascular Wilt compared to symptoms as a whole, whether expressed or not, varies depending on the crosses. It is lowest with the susceptible cross L645D × P1046P, which indicates rapid expression of symptoms.

— Performance of planting material according to isolates

Table III gives the characteristics of the different reproductions using the mean of the indexes for the crosses representing them, along with the latter's distribution with respect to index 100. Table IVa summarizes the analysis of variance carried out on plot percentages (Ft), after arc sine transformation, for each of the families and Table IVb summarizes the analysis made of the categories after pooling the results obtained per individualized family. This analysis reveals the very highly significant differences between the families (probability of $F < 0.1\%$) and between the strains (probability of $F < 0.1\%$), but there is no significant interaction between pathogen strains and the oil palm families (probability of $F = 47.3\%$).

At category level, the analysis of variance carried out after arc sine transformation (Table IVb) also brings out the very highly significant differences between the categories (probability of $F = 0.04\%$) and between the strains (probability of $F = 0.07\%$), but no significant interaction between the strains and the categories (probability of $F = 99.0\%$). Strain YOF stands out from the other two and the categories form three uniform groups, C1001 and C1401 being, in this trial, significantly more tolerant than C1901, C2501 and C2101. Here, C2301 is statistically equivalent to C1001, C1401, C1901 and C1501, but significantly more tolerant than C2101.

— Expression of symptoms

It can be seen from the above results that the pathogen isolates vary in aggressivity and ability to induce Vascular Wilt symptoms, whether external or internal. For all signs of the disease combined (stunting, brown fibres), LMF is the most aggressive isolate, followed by YOS and YOF. The distribution of the three categories of symptoms, previously designated by F, Fs and f, was studied according to the isolates and the planting material. Table V summarizes the relative proportions of each of the three types of disease expression, with the total of the 3 coming to 100 and corresponding to total Vascular Wilt (Ft), whatever the type of expression. Figure 1 summarizes distribution according to the hybrid categories and figure 2 according to the strains.

Each of the three isolates causes about the same amount of non-expressed symptoms (f), whose proportion varies from 35.3 to 39.9 %. Strain YOS, of intermediate aggressivity, is the one which proportionally causes the least mortality or pronounced stunting (Fs), whereas it is the opposite with strain YOF, which is less aggressive when all the symptoms are taken into account : isolate YOS is the one that induces, not the least substantial outbreak of the disease, but its least abrupt appearance.

As regards the different categories of planting material, the proportion of latent Vascular Wilt varies from 31.0 % (C2101) to 48.0 % (C1501, on 3 crosses) and the proportion of plants rapidly expressing the disease (FR) varies from 19.0 % (C2301) to 38.7 % (C1901).

DISCUSSION and CONCLUSION

In this trial, we only noted those outbreaks which could be directly linked to parasite action, i.e. the existence of brown fibres, accompanied or not by expressed symptoms, and the criterion opted for in analyzing the influence of the different isolates on the oil palm families is simply whether a plant is « Wilt infected » or « not Wilt infected ». Growth measurements could have been considered, which would have made it possible to better pinpoint « strain \times cross » interaction. Indeed, recent work has shown that there was no significant differential interaction between the Tomato/*Verticillium dahliae* combination in vascular wilt disease if only disease expression was taken into account (Beye and Lafay, 1988). However, such interaction does exist if the action of the pathogen on certain vegetative characters is taken into account. Such an approach could be taken in a trial consisting of a more limited range of planting material types (more than 15,000 plants tested during this work), comparing the development of inoculated and non-inoculated plants.

Under the conditions in which this trial was implemented and interpreted, which are those applicable for inoculation tests on which the selection of Vascular Wilt tolerant planting material will be based, no significant interaction is observed between the pathogen strains and the host families. The classification of host families is not, therefore, significantly bound by the origin of the isolate. This was seen several times during different tests carried out earlier on strains.

However, to our knowledge, there were still only few data comparing different isolates adopted for the symptoms they had given rise to in adult oil palm plantations and depending on the site on which these plantations had been set up. It does not appear possible to distinguish, through the host susceptibility range, an isolate which induced chronic Vascular Wilt symptoms (YOS) on former savannah from an isolate (YOF or LMF) leading the oil palm to express acute symptoms on former forest land, though these two types of disease expres-

sion are very different from each other, both over time and in intensity.

The degree of aggressivity varies between strains, but not the degree of virulence, insofar as one and the same host range reacts in the same way whatever the isolate. Nonetheless, this cannot be linked to the types of symptoms observed in the field because YOS falls between YOF and LMF, when all symptoms are combined in the prenursery. Nonetheless, perhaps YOS stands out here in the sense that it is the isolate which, proportionally, led to the least amount of stunting and early mortality.

The observations tend to confirm the predominance of environmental factors in Vascular Wilt expression. A few kilometres away, on the same plantation, there are trees originating from comparable planting material whose susceptibility was revealed neither at the same time, nor with the same intensity. This suggests a different evolution of the microflora depending on the previous type of crop cover; the microflora would have been more prolific on former forest and would partly be made up of FOE antagonists whose populations would gradually have dropped under the unfavourable influence of oil palm growing and adverse climatic conditions. Indeed, it is probable that the considerable periods of water deficit which marked the years between 1980 and 1984 (632 mm water deficit on average, as opposed to 270 mm between 1967 and 1979) played a role in Vascular Wilt development on former forest land from 1984 onwards. There is also a suggestion of nutritional phenomena with deficits in such and such an element, in one or other of the locations. This point, in connection with Vascular Wilt, is worth investigating.

Whatever the case, the selection of disease-tolerant planting material is not placed in any doubt in Côte-d'Ivoire, either by the types of site to be replanted, or by the type of symptoms that prevail. It was important to confirm this at a time when most of the oil palm plantations set up on former forest land, within which substantial Vascular Wilt foci have developed over recent years, are going to be renewed.